

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА В УСЛОВИЯХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** В работе описаны результаты эксперимента по использованию солнечного трекера в условиях уральского региона.

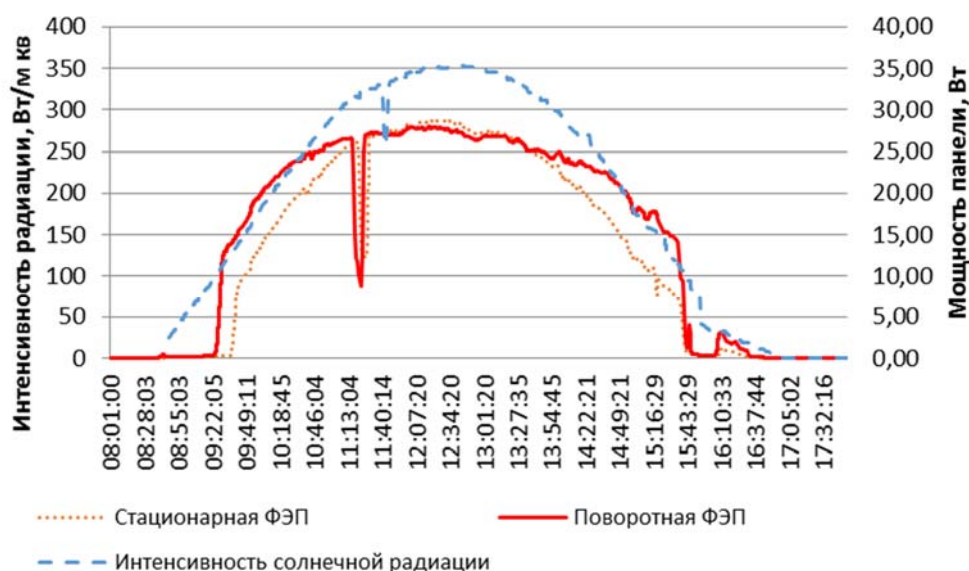
Солнечные трекеры – автоматические устройства, позволяющие производить ориентацию фотоэлектрических панелей на солнце. Существование и разработка подобных систем обусловлена тем, что эффективность работы солнечных электростанций напрямую зависит от количества солнечной радиации, поступающей на плоскость фотоэлектрической панели. Известно, что величина инсоляции на наклонную плоскость зависит от угла между нормалью к данной плоскости и направлением на Солнце. Интенсивность солнечного излучения на нормально ориентированную к лучу поверхность значительно выше, чем на наклонную, поэтому данное положение фотоэлектрических преобразователей является оптимальным. Применение систем ориентации в составе солнечных электростанций направлено на поддержание этого угла наклона панелей относительно солнечного излучения с целью повышения общей эффективности системы.

На кафедре «Атомные станции и возобновляемые источники энергии» (АСиВИЭ) был разработан прототип двусосного активного солнечного трекера, использующий численные алгоритмы расчета положения Солнца. Он установлен на крыше актового зала Энергетического института Уральского федерального университета и имеет широкий угол ориентации на солнце, т.е. ориентирует установку с момента восхода Солнца и до его заката, практически не имея затенения от естественных или антропогенных источников.

Для проведения исследований работы солнечного трекера на кафедре АСиВИЭ разработана и смонтирована система измерений и мониторинга, которая включает в себя метеостанцию, позволяющую определять температуру окружающей среды, интенсивность солнечной радиации, влажность, скорость и направление ветра, и ряд датчиков, таких как амперметры и вольтметры. Показания всех приборов фиксируются в режиме реального времени и хранятся на сервере для последующей обработки и анализа [1].

На рис. приведены результаты обработки данных, полученных в ходе проведения испытаний 10 ноября 2015 года по сравнению производительности двух идентичных фотоэлектрических панелей, одна из которых была расположена стационарно под углом  $45^\circ$  и сориентирована на юг, а вторая располагалась на

солнечном трекере. Из них видно, что мощность панели, располагавшейся на системе слежения за солнцем существенно выше в утренние и вечерние часы. Это, очевидно, связано с тем, что стационарная панель была расположена таким образом, чтобы обеспечить максимальную производительность в полуденные часы, когда интенсивность солнечного излучения достигает максимальных значений за день. Но в утреннее и вечернее время угол падения на нее солнечных лучей не является оптимальным, что снижает производительность. Вместе с тем, панель, находящаяся на трекере, всегда расположена нормально к направлению солнечных лучей и ее производительность близка к максимальной в данных условиях.



Результаты измерения мощности фотоэлектрических панелей за 10.11.2015

По результатам измерений в ноябре месяце среднее увеличение производительности фотоэлектрической станции с ориентируемыми солнечными панелями составляет 13-15 % по сравнению с фиксированными панелями. Данные результаты актуальны для Уральского региона и связаны с низкой интенсивностью солнечного излучения и короткой продолжительностью светового дня. В других регионах, более близких к экватору, наблюдается более существенное увеличение производительности, обусловленное быстрым ростом интенсивности солнечной радиации в утренние часы и ее высокими абсолютными значениями в течение всего светового дня, что вызывает большую разницу в производительности стационарно установленных и сориентированных панелей. Например, в работе [2] представлен оптимизированный алгоритм слежения за солнцем, который, по данным авторов, увеличивает эффективность фотоэлектрических станций на 35 %, его работа была исследована в условиях тропического климата Малайзии. В статье [3] описан одноосный трехпозиционный солнечный трекер, применение которого, увеличивает эффективность фотоэлектрических станций вплоть до 37 %, а в работе [4] представлен прототип солнечного трекера, который увеличивает производительность на 57,55 %.

Для оценки эффективности использования систем ориентации фотоэлектрических панелей необходимо провести комплексное исследование в течение всего года, особенно в летние месяцы. Увеличение производительности на 13–15% для небольших солнечных станций в Уральском регионе не является достаточным, т.к. потребление энергии самим солнечным трекером составляет существенную часть от выработки электроэнергии ориентируемыми солнечными панелями, что нивелирует результаты от его внедрения. По этой причине, системы ориентации необходимо внедрять на солнечных станциях средней и большой мощности, а сам алгоритм работы трекера оптимизировать с целью снижения энергопотребления на собственные нужды.

#### Список использованных источников

1. Shcheklein S. E., Nemikhin Yu. E., Nevyantsev S. V., Korzhavin A., Postovalov A. O., Nosov D. A., and Zagafuranova Yu. Z. Renewable Energy-Based Plant Remote Monitoring Complex Using Wi-Fi Channels and Elements of Artificial Vision // WIT Transactions on Ecology and the Environment, 2014. Vol. 190. P. 1185–1194.
2. Mejia A. E., Londoño M. H. and Osorio J. C. Diseño e implementación de un seguidor solar para la optimización de un sistema fotovoltaico // Scientia et Technica. 2010. № 1 (44). P. 245–250.
3. Huang B. J., Huang Y. C., Chen G. Y., Hsu P. C. and Li K., Improving solar PV system efficiency using one-axis 3-position sun tracking // Energy Procedia, PV Asia Pacific Conference 2012. 2013. № 33. P. 280–287.
4. Tudorache T., Oancea C. D. and Kreindler L., Performance evaluation of a solar tracking PV panel // University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering. 2012. № 74 (1). P. 3–10.

УДК 620.92

Никитин А. Д., Абдиракан Ш. З., Щеклеин С. Е.  
Уральский федеральный университет  
nikitin.a.d@yandex.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ ORC-ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПАРИТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ ГРУНТОВОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

**Аннотация.** Рассматривается возможность электроэнергетического использования геотермальных ресурсов с применением этанол-ацетоновых рабочих тел и испарительных систем грунтового расположения. Показано, что достаточно узкий температурный диапазон «источник – окружающая среда» предопределяет низкие термодинамические коэффициенты полезного действия геотермальных установок. Однако это не препятствует их развитию в силу отсутствия потребности в органическом топливе, а также возможности их когенерационного использования в схемах комплексного электро- и теплоснабжения.